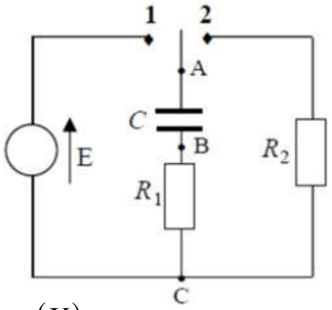
ثانوية عين الزاوية القسم 3 رياضي

السنة الدراسية 2019 /2020 المدة 4 ساعات

الاختبار الثاني في مادة العلوم الفيزيائية

التمرين الأول: (06 نقاط)



الشكل(1)

تضم الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (1):

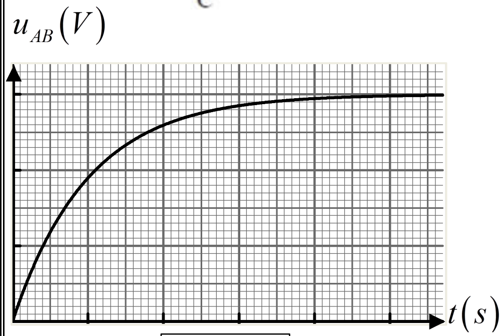
مولد قوته المحركة الكهربائية E ، ناقليين أوميين $R_1 = 1\ \text{k}\Omega$ و R_2 .

مكثفة فارغة سعتها C و بادلة مقاومتها مهملة.

I- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t=0$.

1- جِد العلاقة بين $\frac{du_{AB}}{dt}$ و u_{BC} .

2- يمكن متابعة تطور التوتر u_{AB}، و تمثيل البيان $u_{AB}(t)$ في الشكل(2).



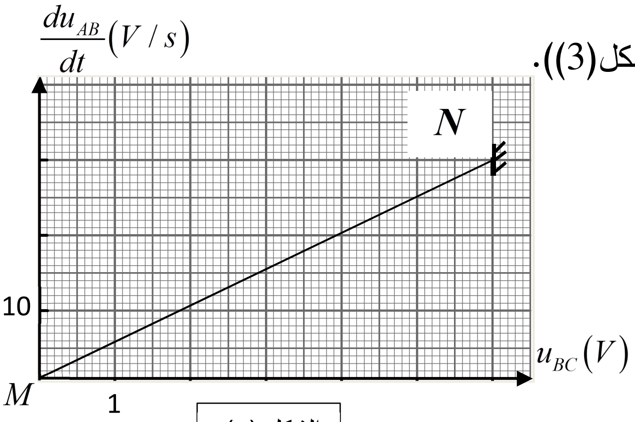
الشكل(2)

أ- بيّن كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي من أجل مشاهدة $u_{AB}(t)$.

ب- بيّن كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي للتمكّن من مشاهدة كيفية تطور شدة التيار؟

ج- اشرح كيف يتم شحن المكثفة على المستوى المجهري.

مثّلنا بواسطة برنامج إعلام آلي مناسب البيان $\left(\frac{du_{AB}}{dt} = f(u_{BC})\right)$ (الشكل(3)).



الشكل (3)

د- من بين النقطتين (M) و (N) في الشكل(3).

أيهما توافق لحظة غلق القاطعة؟

هـ- أوجد معادلة البيان الممثل في الشكل(3).

و- أحسب سعة المكثفة.

ي-ضع سلما لمحوري بيان الشكل(2).

II- نفرغ المكثفة ، ثم نوصل معها بين النقطتين A و B مكثفة أخرى سعتها C' .

نضع البادلة في الوضع (1)، و لما يتم الشحن تماما نضع البادلة على الوضع (2) عند اللحظة $t=0$.

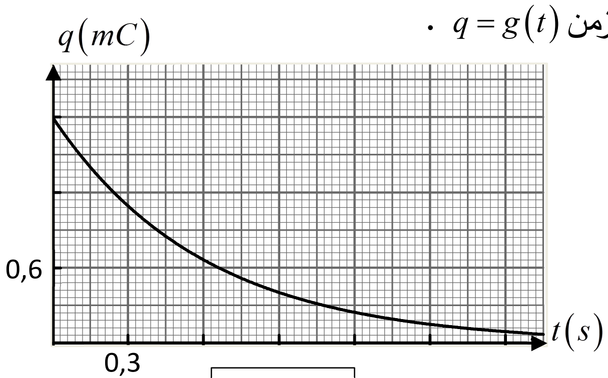
1- ماهي القيمة الجديدة لـ $u_{BC}(0)$ ؟

2- مثّلنا في الشكل(4) شحنة اللبوس الموجب للمكثفة الناتجة بدلالة الزمن $q=g(t)$.

أ- حدّد طريقة توصيل المكثفتين.

ب- أحسب قيمة السعة C' .

ج- أحسب قيمة R_2 .



الشكل (4)

التمرين الثاني:

تحتوي دارة كهربائية على التسلسل: مولد للتوتر المستمر $E = 12\ V$ و ناقل أومي قيمة مقاومته $R = 5\ \Omega$ ووشيعة $(L\ ,\ r)$ و قاطعة.

1- أرسم الدارة الكهربائية موضحا عليها كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة التوتر u_R عند غلق القاطعة.

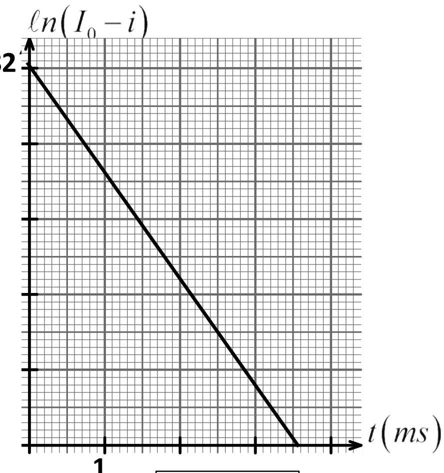
2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار $i(t)$.

3- المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل: $i(t) = \frac{b}{a}\left(1 - e^{-at}\right)$.

عبر عن الثابتين a و b بدلالة: E ، R ، L و r .

4- يمثل البيان الممثل في الشكل(5)، تغيرات $\ell n\left(I_0 - i\right)$ بدلالة الزمن t

حيث شدة التيار تقاس بوحدتها الدولية.



الشكل (5)

أ- أوجد من البيان قيمة كلا من I_0 و ثابت الزمن τ .

ب- أحسب قيمتي L و r للوشيعة.

ج- أحسب قيمة التوتر بين طرفي الوشيعة عند $t = 0$ و $t = 0,2\ s$.

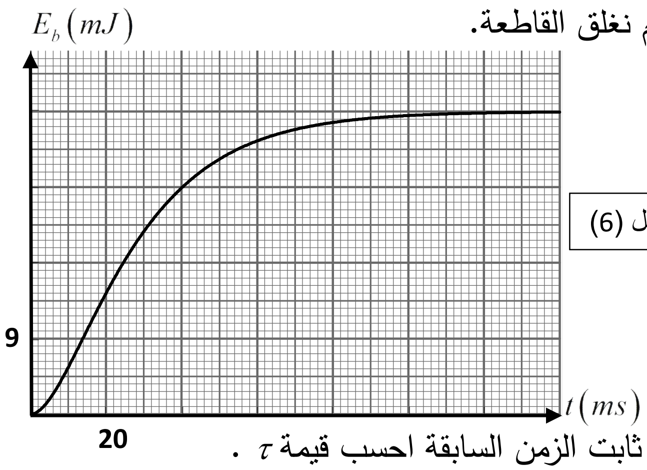
5- نستعمل الآن مولدا للتوتر المستمر $E = 6\ V$ في الدارة السابقة ثم نغلق القاطعة.

أ- اعط عبارة الطاقة المخزنة في الوشيعة $E_b(t)$ بدلالة الزمن.

ب- بيّن أن ثابت الزمن يمكن كتابته بالعبارة التالية:

$$\tau = \frac{-t}{\ell n\left(1 - \sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^{\ 2}}}\right)}$$

حيث $I_0 = \frac{E}{R + r}$



الشكل (6)

ج- باستغلال المنحنى البياني للطاقة الممثل في الشكل(6) و عبارة ثابت الزمن السابقة احسب قيمة τ .

التمرين الثالث:

لعنصر البولونيوم Po عدة نظائر مشعّة، أحدها فقط طبيعي ومشعّ، نواته $^{A}_{Z}Po$ و الّتي تتفكّك إلى نواة الرّصاص $^{206}_{82}Pb$ و تصدر جسيما α .

1- أ- ما المقصود بكلّ من النّظير والنواة المشعّة.

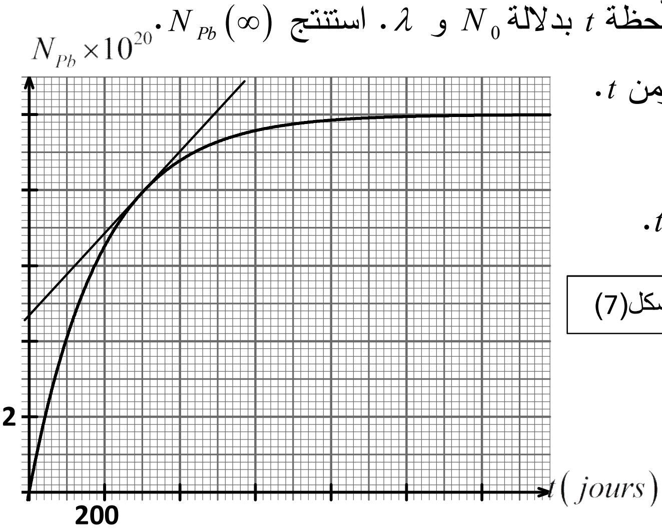
ب- أكتب معادلة التّفكّك ثم استنتج قيمتي A و Z .

2- ليكن N_0 عدد الأنوية المشعّة الموجودة في عيّنة من النّظير ${}^{A}_{Z}Po$ في اللّحظة $t=0$، $N(t)$ عدد الأنوية المشعّة غير المتفكّكة الموجودة في العيّنة في اللّحظة t.

أ- اختر عبارة التناقص الإشعاعي للأنوية $N(t)$ مما يلي:

$$N(t)=N_0\ e^{-\lambda t}\ ،\ N(t)=N_0-e^{\lambda t}\ ،\ N(t)=N_0\ e^{-t/\tau}\ ،\ N(t)=N_0\ e^{\lambda t}\ ،\ N(t)=N_0+e^{-\lambda t}$$

ب- استنتج عبارة $N_{Pb}(t)$ عدد أنوية الرصاص ${}^{206}_{82}Pb$ الناتجة في اللّحظة t بدلالة N_0 و λ. استنتج $N_{Pb}(\infty)$.



الشكل(7)

3- يمثل الشكل (7) تغيرات عدد أنوية الرّصاص الناتجة بدلالة الزمن t.

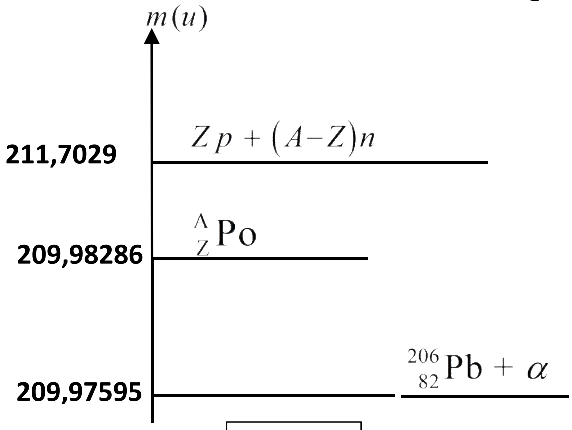
بالإعتماد على البيان استنتج مايلي:

أ- عدد الأنوية المشعّة N_0 الموجودة في عيّنة النظير ${}^{A}_{Z}Po$ لمّا $t=0$.

ب- ثابت الزمن τ للنواة ${}^{A}_{Z}Po$.

4- استنتج نشاط العيّنة المشعة عند اللّحظة $t=300\ j$.

5- المخطط الممثل في الشكل (8) يبيّن الحصيلة الكتلية لتفكّك النّظير المشعّ ${}^{A}_{Z}Po$ إلى الرّصاص.



الشكل(8)

أ- استنتج طاقة الرّبط E_ℓ للنواة ${}^{A}_{Z}Po$.

ب- الطاقة المحرّرة من تفكّك نواة واحدة.

ج- رتّب الأنوية التّالية حسب تزايد استقرارها:

${}^{A}_{Z}Po$ ، ${}^{102}_{42}Mo$ و ${}^{239}_{94}Pu$.

المعطيات: $1\ u=931{,}5\ MeV/c^2$ ، $E_{\ell({}^{102}_{42}Mo)}=877{,}2\ MeV$

$E_{\ell({}^{239}_{94}Pu)}=1792{,}5\ MeV$

التمرين التجريبي : (06 نقاط)

I- حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ يتفكك حراريا وفق تفاعل تام ننمذجه بمعادلة التفاعل الكيميائي :

$$H_2C_2O_4(aq)=\ CO_2(g)+\ HCOOH(aq)$$

نتابع التفكك لكتلة $m=0{,}18\ g$ من حمض الأكساليك بقياس حجم غاز الفحم المنطلق عند درجة حرارة ثابتة $28°c$ وتحت ضغط $P=10^5\ Pa$ فنحصل على نتائج ندونها في الجدول :

$t(min)$	0	5	11,6	20	35	56,7	75
$V_{CO_2}(mL)$	0	4,2	9,2	14,6	22,2	29,9	34,3

1- أثبت أن التفاعل الحادث أكسدة – ارجاع مع ايجاد الثنائيتين الداخلتين في التفاعل.

2- عرف الحمض حسب تعريف برونشتد.

3- صنف هذا التفاعل من حيث المدة المستغرقة.

4- بين أن الحجم المولي في شروط التجربة هو $V_m = 25\ L/mol$.

5- بالاستعانة بجدول تقدم التفاعل :

أ- أوجد عبارة التقدم x بدلالة حجم غاز الفحم المنطلق واحسب عند كل لحظة قيمته.

ب- أرسم البيان $x = f(t)$.

ج- حدد زمن نصف التفاعل ، احسب سرعة التفاعل عند اللحظة $t = t_{1/2}$.

د- استنتج كتلة حمض الميثانويك HCOOH المتحصل عليه عند نهاية التفاعل.

6- تمّ استخلاص HCOOH الناتج في التفاعل السابق. نذيب حمض الميثانويك HCOOH المتحصل عليه عند نهاية التفاعل في حجم V من الماء المقطر فنحصل على محلول تركيزه المولي $C = 10^{-2} mol/L$ وله $pH = 2,9$.

أ- وضح كيف يمكن تحضير هذا المحلول.

ب- أكتب معادلة انحلال الحمض في الماء.

ج- بين أنه يمكن كتابة عبارة ثابت الحموضة بالعلاقة التالية : $Ka = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$ ،احسب قيمته.

د- قارن بين قوة حمض الأكساليك وحمض الميثانويك.

المعطيات :

$R = 8,31\ SI$, $M_O = 16\ g/mol$, $M_C = 12\ g/mol$, $M_H = 1\ g/mol$, $PKa\left(H_2C_2O_4/HC_2O_4^-\right) = 1,2$

II- محلول مائي لمركب كيميائي B صيغته العامة $C_nH_{2n+1}NH_2$ ، تركيزه المولي بشوارد OH^- يساوي $3,16\times10^{-3}$ mol/L ونسبة تقدمه النهائي $\tau_f = 13,73\ \%$.

1-أ- أحسب pH هذا المحلول وبين طبيعته (محلول حمضي أو أساسي).

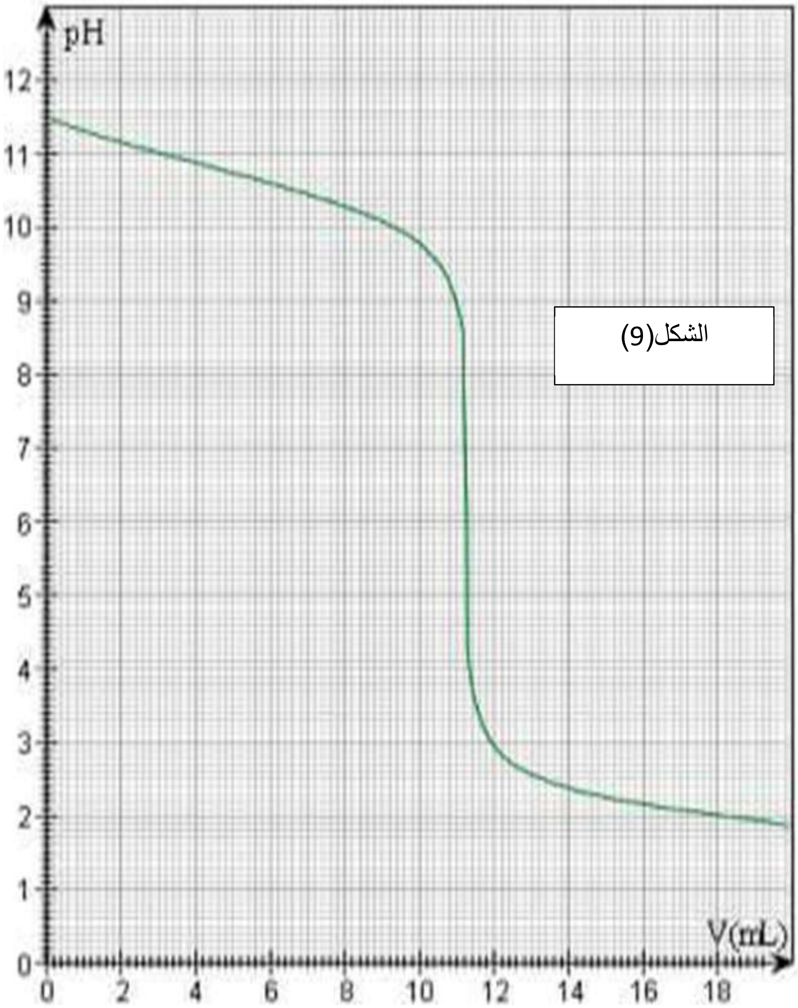
ب- أوجد الصيغة المجملة لهذا المركب الكيميائي . علما أن $M_{(C_nH_{2n+1}NH_2)} = 31\ g/mol$.

ج- أكتب معادلة انحلاله في الماء ثم انشىء جدول تقدم التفاعل.

د- اثبت أن نسبة التقدم النهائي يمكن كتابتها على الشكل : $\tau_f = \frac{Ke}{C_B.\left[H_3O^+\right]_f}$ ، ثم احسب قيمة C_B .

هـ- أعط عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية (أساس / حمض) الموافقة واحسب قيمته، استنتج قيمة pka .

2- للتأكد من قيمة التركيز المولي السابق C_B نجري معايرة pH مترية لحجم $V_B = 22,4\ mL$ من محلول المركب B بواسطة محلول لحمض كلور الماء $\left(H_3O^+(aq), Cl^-(aq)\right)$ تركيزه المولي $C_A = 4,6.10^{-2} mol/L$ فكان البيان الممثل لتغيرات $pH = f(V_A)$ الشكل(9).



الشكل(9)

أ- أرسم البروتوكول التجريبي الذي يسمح باجراء هذه المعايرة.

ب- أكتب معادلة التفاعل المنمذجة لتحول المعايرة.

ج- أنشىء جدولا لتقدم التفاعل.

د- جِد إحداثيي نقطة التكافؤ و احسب قيمة C_B.

هـ- حدد الأنواع الكيميائية الموجودة في المزيج بعد اضافة حجم قيمته $V = 5,6\ cm^3$ من الحمض.

ثم أحسب التركيز المولي لكل منها.

و- ما هو الكاشف الملون المناسب لتجربة المعايرة السابقة من بين الكواشف الملونة :

الكاشف	أخضر البروموكريزول	أحمر الميثيل	فينول فتالين
مجال التغير اللوني	5,4 - 3,8	6,3 - 4,8	10 - 8,2

المعطيات : $M_N = 14\ g/mol$ ، $M_H = 1\ g/mol$ ، $M_C = 12\ g/mol$ ، $Ke = 10^{-14}$

*** بالتوفيــق ***

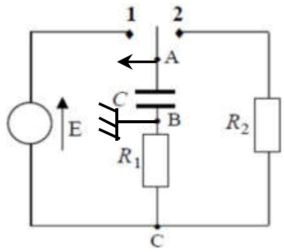
التمرين الأول: (03,5 نقطة)

ا- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t=0$.

1- جِد العلاقة بين $\frac{du_{AB}}{dt}$ و u_{BC} : $u_{BC}=u_R$ ، $u_{AB}=u_C$

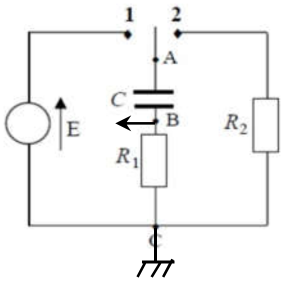
بتطبيق قانون جمع التوترات: $E=u_C+u_R$ لدينا: $u_R=Ri$ و $i=\frac{dq}{dt}$ إذن $u_R=R\frac{dC\,u_C}{dt}=RC\frac{du_C}{dt}$

إذن $u_R=RC\frac{du_C}{dt}$ إذن $\boxed{u_{BC}=RC\frac{du_{AB}}{dt}}$ (0,25



2-أ- كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي من أجل مشاهدة $u_{AB}(t)$: (0,25

نوصل المدخلين (الأرضي و المدخل y_A) بين طرفي المكثفة كما في الشكل المقابل.



أ- كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة كيفية تطور شدة التيار: (0,25

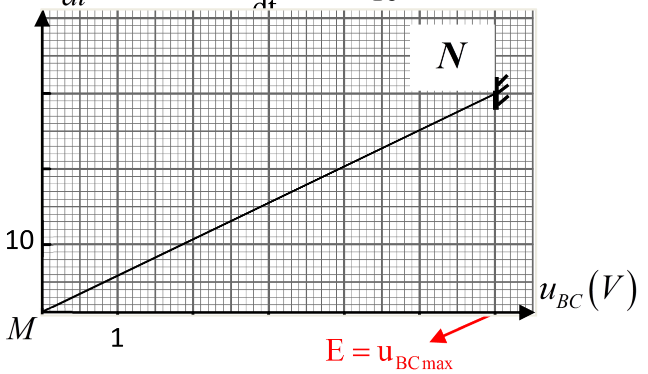
نوصل المدخلين (الأرضي و المدخل y_B) بين طرفي المقاومة كما في الشكل المقابل.

حيث نشاهد $u_R(t)=R_1 i(t)$ و هو نفس شكل البيان $i(t)$.

ج- شرح كيف يتم شحن المكثفة على المستوى المجهري: يطبق المولد توترا كهربائيا بين طرفي الدارة فيعمل كمضخة لتحريك الالكترونات من قطبه السالب (-) (المنخض الكمون) فتتجمع على اللبوس B للمكثفة و بالمقابل اللبوس A تغادره الالكترونات نحو القطب (+) للمولد ذو الكمون المرتفع فيشحن بالموجب. تتوقف عملية الشحن لما يكون $E=u_C$. (0,25

د- من بين النقطتين (M) و (N) في الشكل(3). النقطة التي توافق لحظة غلق القاطعة هي N لأن عندها حسب البيان يكون $u_{BC}=u_R=R_1 i$ أعظمي لأن تيار الشحن يكون أعظميا في البداية ثم يتناقص تدريجيا إلى أن تنتهي عملية الشحن عند النقطة M . (0,25

هـ- معادلة البيان $\frac{du_{AB}}{dt}=f(u_{BC})$: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته $\frac{du_{AB}}{dt}=a\,u_{BC}$



قيمة a تمثل معامل توجيه البيان الذي يحسب بميل البيان:

$$\text{tg}\alpha=\frac{\Delta\frac{du_{AB}}{dt}}{\Delta u_{BC}}=\frac{3\times10}{1\times6}=5\ s^{-1}$$

فمعادلة البيان: $\boxed{\frac{du_{AB}}{dt}=5\ u_{BC}}$ (0,25

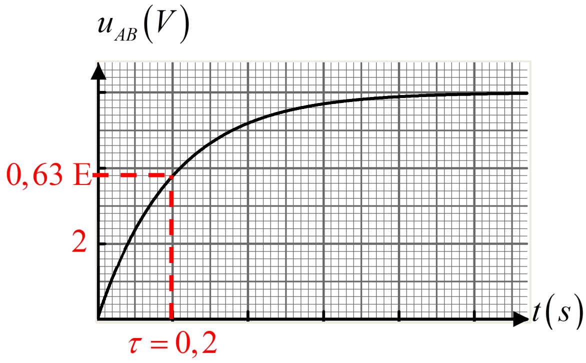
و- حساب سعة المكثفة: من المعادلة (1).... $\left(u_{BC}=R_1C\frac{du_{AB}}{dt}\right)\times\frac{1}{R_1C}\Rightarrow\frac{du_{AB}}{dt}=\frac{1}{R_1C}u_{BC}$

بالمطابقة بين معادلة البيان $\frac{du_{AB}}{dt}=5\ u_{BC}$ و المعادلة (1):

$$\frac{1}{R_1C}=5\Rightarrow\tau=R_1C=\frac{1}{5}=0,2s\Rightarrow C=\frac{\tau}{R_1}=\frac{0,2}{10^3}=2\times10^{-4}F$$ $\boxed{C=2\times10^{-4}F}$ (0,25

ي- وضع سلم لمحوري بيان $u_{AB}(t)$: البيان يمثل تغيرات $u_C(t)$ خلال الشحن.

حسب قانون جمع التوترات عند بداية الشحن $t=0$ يكون $E=\underbrace{u_C}_{=0}+u_R$ فيكون $E=u_R(0)=u_{BC\max}$ و حسب البيان



$\frac{du_{AB}}{dt}=f(u_{BC})$ عند النقطة N لدينا $u_{BC\max}=6\ V$

إذن **السلم على محور التراتيب:** $\boxed{1\text{ cm}\rightarrow 2\text{ V}}$ (0,25

و على محور الفواصل: $u_{AB}(\tau)=0,63\text{ E}\rightarrow 0,63\times 3\text{ cm}=1,89\text{ cm}$

بيانيا نجد **السلم على محور الفواصل:** $\boxed{1\text{ cm}\rightarrow 0,2\text{ s}}$ (0,25

II-1- القيمة الجديدة لـ $u_{BC}(0)$ هي $u_{BC}(0)=E=6\text{ V}$ (0,25

2- أ- تحديد طريقة توصيل المكثفتين: مثّلنا في الشكل(4) شحنة اللبوس الموجب للمكثفة الناتجة بدلالة الزمن $q=g(t)$.

من البيان $q=g(t)$ نستنتج سعة المكثفة المكافئة: $q(0)=0,6\times 3=1,8\text{ mC}$

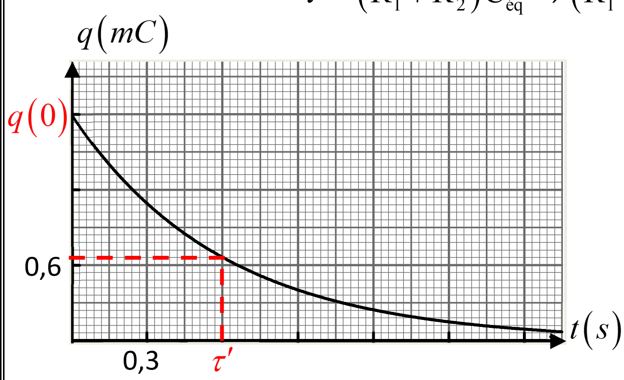
$$q(0)=C_{éq}E\Rightarrow C_{éq}=\frac{q(0)}{E}=\frac{1,8\times 10^{-3}}{6}=0,3\times 10^{-3}F=3\times 10^{-4}F$$

نقارن C بـ $C_{éq}$: $C=2\times 10^{-4}F$ 〈 $C_{éq}=3\times 10^{-4}F$ سعة المكثفة المكافئة ازدادت بعد إذن فالربط على التفرع. (0, 5)

حساب قيمة السعة C': $C_{éq}=C+C'\Rightarrow C'=C_{éq}-C=3\times 10^{-4}-2\times 10^{-4}=1\times 10^{-4}\text{F}$ $\boxed{C=1\times 10^{-4}F}$ (0,25

ج- حساب قيمة R_2: نحدد ثابت الزمن للتفريغ $q(\tau)\rightarrow 0,37\times 3=1,11\text{ cm}$

بيانيا نجد $\tau'=0,6\text{ s}$ و $\tau'=(R_1+R_2)C_{éq}\Rightarrow (R_1+R_2)=\frac{\tau'}{C_{éq}}=\frac{0,6}{3\times 10^{-4}}=0,2\times 10^{4}=2000\ \Omega$

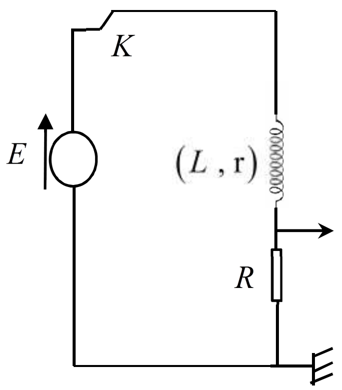


(0,25

$R_2=2000-R_1=2000-1000=1000\Omega$ $\boxed{R_2=1000\ \Omega=1K\Omega}$

التمرين الثاني: (04 نقاط)

1- رسم الدارة الكهربائية وعليها كيفية توصيل راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة التوتر u_R عند غلق القاطعة: (0,25



2- كتابة المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار $i(t)$:

$E=u_b+u_R$

$E=L\frac{di}{dt}+ri+Ri\Rightarrow\left(E=L\frac{di}{dt}+(r+R)i\right)\times\frac{1}{L}$ فنجد $\boxed{\frac{di}{dt}+\frac{(r+R)}{L}i=\frac{E}{L}}$ (0,25

3- المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل: $i(t)=\frac{b}{a}(1-e^{-at})$.

التعبير عن الثابتين a و b بدلالة: E ، R ، L و r :

$i(t)=\frac{b}{a}(1-e^{-at})=\frac{b}{a}-\frac{b}{a}e^{-at}...(1)$ نشتق $\frac{di}{dt}=-(-a)\frac{b}{a}e^{-at}=be^{-at}...(2)$

نعوض العبارتين (1) و (2) في الم الت: $\frac{di}{dt}+\frac{(r+R)}{L}i=\frac{E}{L}$

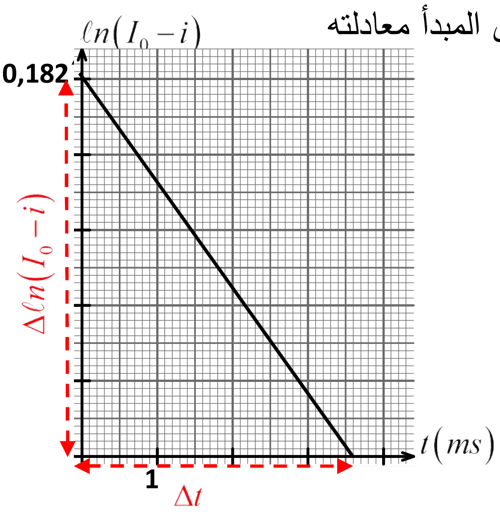
$$be^{-at}+\frac{(R+r)}{L}\left(\frac{b}{a}-\frac{b}{a}e^{-at}\right)=\frac{E}{L}\Rightarrow be^{-at}+\frac{(R+r)}{L}\frac{b}{a}-\frac{(R+r)}{L}\frac{b}{a}e^{-at}=\frac{E}{L}...(3)$$

تتحقق المعادلة (3) لما:
$$\begin{cases} be^{-at}\left(1-\frac{(R+r)}{L}\frac{1}{a}\right)=0\Rightarrow \boxed{a=\frac{R+r}{L}} \quad (0,25 \\ +\frac{(R+r)}{\not L}\frac{b}{a}=\frac{E}{\not L}\Rightarrow \boxed{b=\frac{E}{L}} \quad (0,25 \end{cases}$$

$$\boxed{i(t)=\frac{E}{R+r}\left(1-e^{\frac{-(R+r)}{L}t}\right)}$$

4- أ- إيجاد من البيان قيمة كلا من I_0 و ثابت الزمن τ:

كتابة معادلة البيان $\ell n(I_0-i)=f(t)$: البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته



نستنتج قيمة الثابت b من البيان: $b=0,182$

قيمة a تمثل معامل توجيه البيان الذي يحسب بميل البيان:

$$tg\alpha=\frac{\Delta\ell n(I_0-i)}{\Delta t}=\frac{-0,182}{3,6\times10^{-3}}=-50,5\ s^{-1}$$

فمعادلة البيان: $\boxed{\ell n(I_0-i)=-50,5\ t+0,182}$ (0, 25)

نجد المعادلة النظرية للبيان $\ell n(I_0-i)=f(t)$:

$$i(t)=I_0\left(1-e^{\frac{-(R+r)}{L}t}\right)=I_0-I_0e^{-t/\tau}\Rightarrow i-I_0=-I_0e^{-t/\tau}\Rightarrow I_0-i=I_0e^{-t/\tau}...(4)$$ حيث $\frac{E}{R+r}=I_0$

ندخل اللوغاريتم على (4): $\ell n(I_0-i)=\ell nI_0-\frac{t}{\tau}$ فتصبح المعادلة النظرية $\boxed{\ell n(I_0-i)=-\frac{t}{\tau}+\ell nI_0}$ (0,25

بالمطابقة بين المعادلة البيانية و النظرية نجد: $\ell nI_0=0,182\Rightarrow I_0=e^{0,182}=1,2\ A$ $\boxed{I_0=1,2\ A}$ (0,25

$$\frac{1}{\tau}=50,5\ s^{-1}\Rightarrow\tau=\frac{1}{50,5}=20\ ms \quad \boxed{\tau=20\ ms=0,02\ s} \quad (0,25$$

حساب قيمتي L و r للوشيعة: $\frac{E}{R+r}=I_0\Rightarrow R+r=\frac{E}{I_0}\Rightarrow r=\frac{E}{I_0}-R=\frac{12}{1,2}-5=5\ \Omega$ $\boxed{r=5\ \Omega}$ (0,25

$$\tau=\frac{L}{R+r}\Rightarrow L=\tau(R+r)=20.10^{-3}\times10=0,2\ H \quad \boxed{L=0,2\ H} \quad (0,25$$

ج- حساب قيمة التوتر بين طرفي الوشيعة عند $t=0$ و $t=0,2\ s$: حسب ق ج ت: $E=u_b+u_R\Rightarrow u_b(t)=E-u_R(t)$

عند $t=0$ لحظة غلق القاطعة و بداية ظهور التيار : $u_b(0)=E-u_R(0)$ لدينا $u_R(0)=Ri(0)=0$ إذن $\boxed{u_b(0)=E}$ (0,25

عند $t=0,2\ s=10\ \tau$: إذن الدارة تكون في حالة النظام الدائم $u_b(0,2\ s)=rI_0=5\times1,2=6\ V$ $\boxed{u_b(0,2\ s)=6\ V}$ (0,25

5- نستعمل الآن مولدا للتوتر المستمر $E=6\ V$ في الدارة السابقة ثم نغلق القاطعة:

أ– اعط عبارة الطاقة المخزنة في الوشيعة $E_b(t)$ بدلالة الزمن: $E_b(t)=\frac{1}{2}Li(t)^2=\frac{1}{2}L\frac{E^2}{(R+r)^2}\left(1-e^{\frac{-t}{\tau}}\right)^2$ (0,25

ب– إثبات أن ثابت الزمن يكتب بالعبارة: $\tau=\frac{-t}{\ell n\left(1-\sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}\right)}$ حيث $I_0=\frac{E}{R+r}$

$$\left(E_b(t)=\frac{1}{2}LI_0^2\left(1-e^{\frac{-t}{\tau}}\right)^2\right)\times\frac{2}{LI_0^2}\Rightarrow\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}=\left(1-e^{\frac{-t}{\tau}}\right)^2\Rightarrow\sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}=1-e^{\frac{-t}{\tau}}\Rightarrow e^{\frac{-t}{\tau}}=1-\sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}$$

$$\Rightarrow\frac{-t}{\tau}=\ell n\left(1-\sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}\right)\Rightarrow\boxed{\tau=\frac{-t}{\ell n\left(1-\sqrt{\frac{2E_b(t)}{LI_0^2}}\right)}}$$ (0, 5)

ج– حساب قيمة τ باستغلال المنحنى البياني للطاقة و عبارة ثابت الزمن السابقة :

عند $t=2\times20\ mS=40\ ms$ يكون $E_b=3\times9=36\ mJ$ ، $E_{b\max}=4\times9=45\ mJ$

$\tau=\frac{-0,04}{\ell n\left(1-\sqrt{\frac{2\times36}{90}}\right)}=17,7\ ms$ $LI_0^2=2E_{b\max}=90\ mJ$ $\boxed{\tau=17,7\ ms}$ (0,25

التمرين الثالث: (04 نقاط)

1– أ– النّظير : نظير ذرة هي ذرة نواتها لها نفس Z و تختلف في N أي في A. (0,25

النواة المشعّة: نواة غير مستقرة كي تصبح مستقرة تتفكك و يصدر عنها إشعاعات α أو β^- أو β^+ و يرافقها γ. (0,25

ت–معادلة التّفكّك: ${}^{A}_{Z}Po\rightarrow{}^{206}_{82}Pb+{}^{4}_{2}He$ (0,25

استنتاج قيمتي A و Z: حسب قانوني صودي: $\boxed{A=210\ ,Z=84}$ (0,25 ${}^{210}_{84}Po\rightarrow{}^{206}_{82}Pb+{}^{4}_{2}He$

2– ليكن N_0 عدد الأنوية المشعّة الموجودة في عيّنة من النّظير ${}^{A}_{Z}Po$ في اللّحظة $t=0$، $N(t)$ عدد الأنوية المشعّة غير المتفكّكة الموجودة في العيّنة في اللّحظة t.

أ– العبارة الصحيحة لتناقص الإشعاعي للأنوية $N(t)$: $N(t)=N_0\ e^{-\lambda t}$ (0,25 و $N(t)=N_0\ e^{-t/\tau}$ (0,25

ب–استنتاج عبارة $N_{Pb}(t)$ بدلالة N_0 و λ: N_0 هي عدد الأنوية لابتدائية. $N(t)$ هي عدد النوية المتبقية من ${}^{210}_{84}Po$

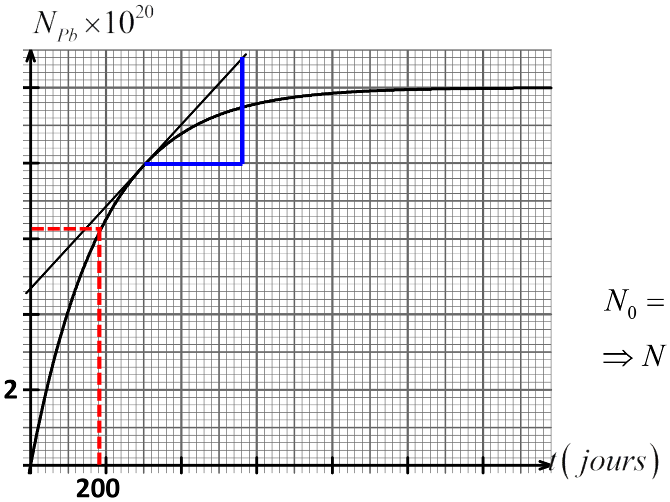
$N_{Pb}(t)$ تمثل عدد الأنوية المتفككة. $N_0=N(t)+N_{Pb}(t)\Rightarrow N_{Pb}(t)=N_0-N(t)$

و لدينا $N(t)=N_0\ e^{-\lambda t}$ إذن $N_{Pb}(t)=N_0-N_0e^{-\lambda t}=N_0\left(1-e^{-\lambda t}\right)$ $\boxed{N_{Pb}(t)=N_0\left(1-e^{-\lambda t}\right)}$ (0,25

استنتاج $N_{Pb}(\infty)$: من البيان المقابل $N_{Pb}(\infty)=2\times5\times10^{20}=10^{21}noyaux$ $\boxed{N_{Pb}(\infty)=10^{21}noyaux}$ (0,25

3– أ– N_0 : لما تتفكك كل الأنوية الابتدائية أي $\boxed{N_0=N_{Pb}(\infty)=10^{21}noyaux}$ (0,25

ب– ثابت الزمن τ للنواة $^{A}_{Z}Po$: $N_{Pb}(\tau)=0,63\ N_0 \rightarrow 0,63\times 5cm=3,15\ cm$ بيانيا نجد $\tau=0,9\times 200=180$ jours



$\boxed{\tau=180\ \text{jours}}$ (0,25

4– استنتاج نشاط العيّنة المشعة عند اللّحظة $t=300$ j:

$$N_{Pb}(300\ \text{j})=4\times 2\times 10^{20}=8\times 10^{20}\,noyaux$$

ط1: $A(t)=\lambda N(t)$: من البيان

$$N_0=N(t)+N_{Pb}(t)\Rightarrow N(t)=N_0-N_{Pb}(t)$$

$$\Rightarrow N(300j)=N_0-N_{Pb}(300j)=(10-8)\times 10^{20}=2\times 10^{20}\,noyaux$$

نحسب ثابت النشاط الإشعاعي λ :

$$\lambda=\frac{1}{\tau}=\frac{1}{180\times 24\times 60\times 60}=6,43\times 10^{-8}\,\text{s}^{-1}$$

$A(300\text{j})=\lambda N(300\text{j})=6,43\times 10^{-8}\times 2\times 10^{20}=1,286\times 10^{13}\,\text{Bq}$ $\boxed{A(300\text{j})=1,286\times 10^{13}\,\text{Bq}}$ (0,5)

ط2: لدينا $A(t)=\frac{-dN_{Po}}{dt}=\frac{dN_{Pb}}{dt}$ بطريقة المماسات نحسب ميل مماس البيان المرسوم عند هذه اللحظة

$tg\alpha=\frac{\Delta N_{Pb}}{\Delta t}=\frac{1,4\times 2\times 10^{20}}{1,3\times 200\times 24\times 3600}=1,246\times 10^{13}\,\text{Bq}$ إذن $A(300\text{j})=1,286\times 10^{13}\,\text{Bq}=1,246\times 10^{13}\,\text{Bq}$

5– أ– استنتاج طاقة الرّبط E_ℓ للنواة $^{210}_{84}Po$: $E_{\ell(^{A}_{Z}X)}=\left(Z\,m_p+(A-Z)\,m_n-m_{^{A}_{Z}X}\right)\times c^2$ حسب المخطط

$E_{\ell(^{210}_{84}Po)}=(211,7029-209,98286)\times c^2=1,72004\ u\times c^2=1,72004\times 931,5=1602,217\ \text{MeV}$ $\boxed{E_{\ell(^{210}_{84}Po)}=1602,217\ \text{MeV}}$

(0,25

ب– الطاقة المحرّرة من تفكّك نواة واحدة:

$$Q=\left(m_i-m_f\right)\times c^2=\left(m_{Po}-(m_{Pb}+m_\alpha)\right)\times c^2$$
$$=(209,98286-209,97595)u\times c^2=6,91\times 10^{-3}\times 931,5=6,436\ \text{MeV}$$

$\boxed{Q=6,436\ \text{MeV}}$ (0,25

ج– ترتيب الأنوية التّالية حسب تزايد استقرارها: $^{210}_{84}Po$ ، $^{102}_{42}Mo$ و $^{239}_{94}Pu$:

نحسب طاقة الربط لكل نوية في كل نواة: $\frac{E_\ell}{A}(^{210}_{84}Po)=\frac{1602,217}{210}=7,629\ \text{MeV/nucléon}$

$\frac{E_\ell}{A}(^{102}_{42}Mo)=\frac{877,2}{102}=8,59\ \text{MeV/nucléon}$ ، $\frac{E_\ell}{A}(^{239}_{94}Pu)=\frac{1792,5}{239}=7,5\ \text{MeV/nucléon}$

$7,5 \langle 7,629 \langle 8,59$ إذن النواة الأكثر استقرارا هي Mo ثم Po ثم Pu (0,5)

التمرين التجريبي : (08,5 نقاط)

0,25

$$H_2C_2O_4(aq)=\ 2\,CO_2(g)+2\,H^+ +2é$$
$$H_2C_2O_4(aq)+2\,H^+ +2é=\ 2\,HCOOH(aq)$$

ا–1– اثبات أن التفاعل الحادث أكسدة – ارجاع : $2\,H_2C_2O_4(aq)=\ 2\,CO_2(g)+\ 2\,HCOOH(aq)$

$$H_2C_2O_4(aq)=\ CO_2(g)+\ HCOOH(aq)$$

الثنائيتين الداخلتين في التفاعل: $(H_2C_2O_4\ /\ HCOOH)$ و $(\ CO_2\ /H_2C_2O_4\ )$ 0,25

2– تعريف الحمض حسب تعريف برونشتد: هو كل فرد كيميائي بامكانه فقدان H^+ أو أكثر خلال تفاعل كيميائي. 0,25

3- تصنيف هذا التفاعل من حيث المدة المستغرقة: حسب جدول القياسات نلاحظ أن عند 75 min لم يثبت بعد حجم الغاز المنطلق إذن فهو تفاعل **بطيء**. 0,25

4- إثبات أن الحجم المولي في شروط التجربة هو $V_m = 25\ L/mol$: لدينا معادلة الغاز المثالي: $P\ V = n\ RT$ لما يكون الحجم هو الحجم المولي أي $n = 1\ mol$ فيكون

0,25 $$P\ V_m = RT \Rightarrow V_m = \frac{RT}{P} = \frac{8,31\times 301}{10^5} = 2501,31\times 10^{-5} m^3 = 25,0131\times 10^{-3} m^3 / L = 25\ L/mol$$

$$T = 28 + 273 = 301\ K$$

5- أ- إيجاد عبارة التقدم x بدلالة V_{CO_2}:

جدول التقدم:

	$H_2C_2O_4(aq) =$	$CO_2(g) +$	$HCOOH(aq)$
ح إ	2×10^{-3}	0	0
ح و	$2\times 10^{-3} - x$	x	x
ح ن	$2\times 10^{-3} - x_f$	x_f	x_f

$$M_{(H_2C_2O_4)} = 2\ M_H + 2\ M_C + 4\ M_O$$
$$= 2\times 1 + 2\times 12 + 4\times 16 = 90\ g/mol$$

$$n_{0(H_2C_2O_4)} = \frac{m}{M} = \frac{0,18}{90} = 0,002\ mol = 2\times 10^{-3}\ mol$$

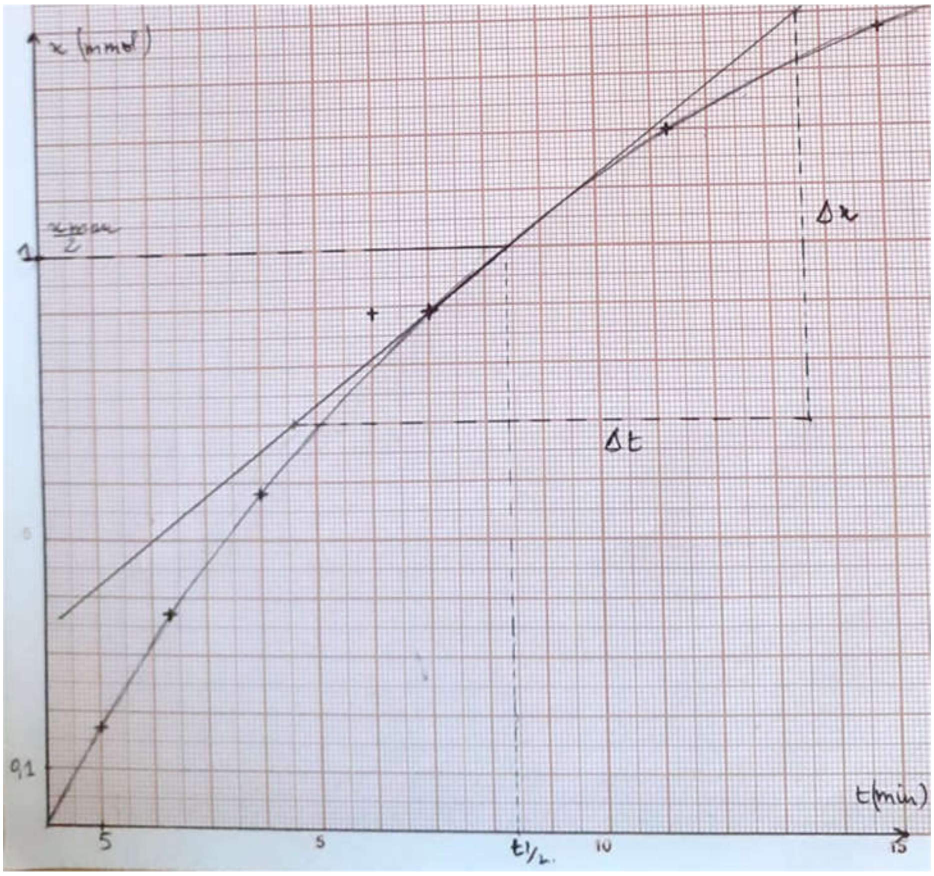
حسب جدول التقدم الحالة الوسطية نلاحظ أن $n_{CO_2} = x$ و $n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_m}$ إذن $\boxed{x(t) = \frac{V_{CO_2}(t)}{V_m}}$

حساب قيم x عند كل لحظة : 0,25 مثلا $x(5\ min) = \frac{V_{CO_2}(5\ min)}{V_m} = \frac{4,2\times 10^{-3} L}{25\ L/mol} = 0,168\times 10^{-3} mol = 0,168\ mmol$ 0,25

$t(min)$	0	5	11,6	20	35	56,7	75
$x(mmol)$	0	0,17	0,37	0,58	0,89	1,20	1,37

ب- رسم البيان $x = f(t)$:

0,25



ج− تحديد زمن نصف التفاعل:لدينا $x(t_{½})=\frac{x_{max}}{2}$ حسب جدول التقدم المتفاعل المحد هو حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$

إذن $x_{max}=n_{0(H_2C_2O_4)}=2\times10^{-3}$ mol إذن $\frac{x_{max}}{2}=10^{-3}$ mol بيانيا نجد $t_{½}\simeq8,4\times5=42$ min 0,25

حساب سرعة التفاعل عند اللحظة $t=t_{½}$: عبارة سرعة التفاعل $V=\frac{dx}{dt}$ 0,25

حسابها بيانيا عند $t=t_{½}$ نرسم مماس البيان $x(t)$ ثم نحسب ميله $=1,55\times10^{-2}$ mmol/min $tg\alpha=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{7\times0,1}{9\times5}$

و تكون $V(t_{½})=\frac{\Delta x}{\Delta t}=1,55\times10^{-2}$ mmol/min 0,25

د− استنتاج كتلة حمض الميثانويك HCOOH المتحصل عليه عند نهاية التفاعل: حسب جدول التقدم يكون

$n_{f(HCOOH)}=x_{max}=2\times10^{-3}$ mol أي $n_{f(HCOOH)}=\frac{m_f}{M_{(HCOOH)}}\Rightarrow m_f=x_{max}\times M_{(HCOOH)}=2\times10^{-3}\times46=92\times10^{-3}$g

$M_{(HCOOH)}=2M_H+M_C+2M_O=2\times1+1\times12+2\times16=46$ g/mol $n_{f(HCOOH)}=92\times10^{-3}g=92$ mg 0,25

6− أ− **توضيح الخطوات التجريبية لتحضير محلول** $HCOOH(aq)$: تمّ استخلاص الناتج في التفاعل السابق. نذيب حمض الميثانويك HCOOH المتحصل عليه عند نهاية التفاعل في حجم $V=?$ من الماء المقطر فنحصل على محلول تركيزه المولي $C=10^{-2}mol/L$ وله $pH=2,9$. لذا نحسب حجم المحلول $C=\frac{n}{V}\Rightarrow V=\frac{n}{C}=\frac{2.10^{-3}}{10^{-2}}=0,2$ L=200 mL

الطريقة المتّبعة: بعد استخلاص الناتج $HCOOH(s)$ من التفاعل السابق و تجفيفه، نفرغه باستعمال ملعقة في حوجلة عيارية عيارها 200 mL مزودة بقمع ، نضيف حجما من الماء المقطر ، نرج جيدا لأجل ذوبان المادة الصلبة ثم نضيف الماء المقطر إلى غاية خط العيار. نغلق الحوجلة و نرجها جيدا لأجل تجانس المحلول. و نكون قد حضرنا محلولا من $HCOOH(aq)$ تركيزه $C=10^{-2}mol/L$. 0,25

ب− كتابة معادلة انحلال الحمض في الماء: $HCOOH(aq)+H_2O(l)=HCOO^-(aq)+H_3O^+(aq)$ 0,25

ج− إثبات بالعلاقة : $Ka=\frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}$: $Ka=\frac{[HCOO^-]_f\times[H_3O^+]_f}{[HCOOH]_f}$

لدينا حسب جدول التقدم:

	$HCOOH(aq)+H_2O(l)=HCOO^-(aq)+H_3O^+(aq)$			
ح إ	C V	وفرة	0	0
ح و	C V − x	وفرة	x	x
ح ن	$C V-x_f$	وفرة	x_f	x_f

$[HCOO^-]_f=[H_3O^+]_f$

إذن $(1)....Ka=\frac{[H_3O^+]_f^2}{[HCOOH]_f}$

$[HCOOH]_f=C-[H_3O^+]_f$ و $[H_3O^+]_f=10^{-pH}$ نعوض في العبارة (1) فنجد $Ka=\frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}$ 0,25

حساب قيمة Ka: $C=10^{-2}mol/L$ و $pH=2,9$ نعوض $Ka=\frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}=\frac{10^{-2\times2,9}}{10^{-2}-10^{-2,9}}=1,8\times10^{-4}$ $Ka=1,8\times10^{-4}$ 0,25

د– مقارنة قوة حمض الأكساليك وحمض الميثانويك: $PKa(H_2C_2O_4/HC_2O_4^-) = 1,2$ أي $Ka = 10^{-pKa} = 10^{-1,2} = 6,3.10^{-2}$

نقارن قيم ثابتي الحموضة : $Ka(H_2C_2O_4/HC_2O_4^-) = 6,3.10^{-2}$ و $Ka(HCOOH/HCOO^-) = 1,8\times10^{-4}$

$1,8.10^{-4} \langle\langle\, 6,3.10^{-2}$ إذن حمض الأوكساليك $H_2C_2O_4$ أقوى من حمض الميثانويك $HCOOH$. 0,25

ا– 1 – أ– حساب pH المحلول :

$$Ke = [H_3O^+]_f \times [OH^-]_f \Rightarrow [H_3O^+]_f = \frac{Ke}{[OH^-]_f} = \frac{10^{-14}}{3,16\times10^{-3}} = 3,16\times10^{-12}\,mol/L$$

$pH = -\log[H_3O^+]_f = -\log(3,16\times10^{-12}) = 11,5$ $\boxed{pH = 11,5}$ $11,5 \rangle 7$ فالمحلول قاعدي. 0,25

ب–إيجاد الصيغة المجملة لهذا المركب الكيميائي B:

علما أن $M_{(C_nH_{2n+1}NH_2)} = 31\ g/mol$. $M_{(C_nH_{2n+1}NH_2)} = 12\ n + 2n+1+14+2 = 14n + 17 = 31$ بعد التبسيط

$14n + 17 = 31 \Rightarrow 14\ n = 31 - 17 = 14 \Rightarrow 14n = 14 \Rightarrow n = 1$ إذن الصيغة المجملة للمركب B : CH_3NH_2 0,25

ب– معادلة انحلال في الماء: $CH_3NH_2\ (aq) + H_2O(l) = CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$ 0,25

جدول تقدم التفاعل: 0,25

	$CH_3NH_2\ (aq)$	$+\ H_2O(l)$	$=\ CH_3NH_3^+(aq)$	$+\ OH^-(aq)$
ح إ	C_BV	بوفرة	0	0
ح و	$C_BV - x$	بوفرة	x	x
ح ن	$C_BV - x_f$	بوفرة	x_f	x_f

د– اثبات أن نسبة التقدم النهائي تكتب على الشكل $\tau_f = \frac{Ke}{C_B.[H_3O^+]_f}$: لدينا $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[OH^-]_f \times V}{C_B V}$ ...(2)

$Ke = [H_3O^+]_f \times [OH^-]_f \Rightarrow [OH^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f}$ نعوض في العبارة (2) فنجد $\boxed{\tau_f = \frac{Ke}{C_B.[H_3O^+]_f}}$ 0,25

ثم احسب قيمة C_B : $\tau_f = \frac{Ke}{C_B.[H_3O^+]_f} \Rightarrow C = \frac{[OH^-]_f}{\tau_f} = \frac{3,16\times10^{-3}}{0,1373} = 2,3\times10^{-2}\,mol/L$ $\boxed{C_B = 2,3\times10^{-2}\,mol/L}$ 0,25

هـ– عبارة ثابت الحموضة Ka للثنائية $(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2)$:

$$Ka = \frac{[CH_3NH_2]_f \times [H_3O^+]_f}{[CH_3NH_3^+]_f}$$

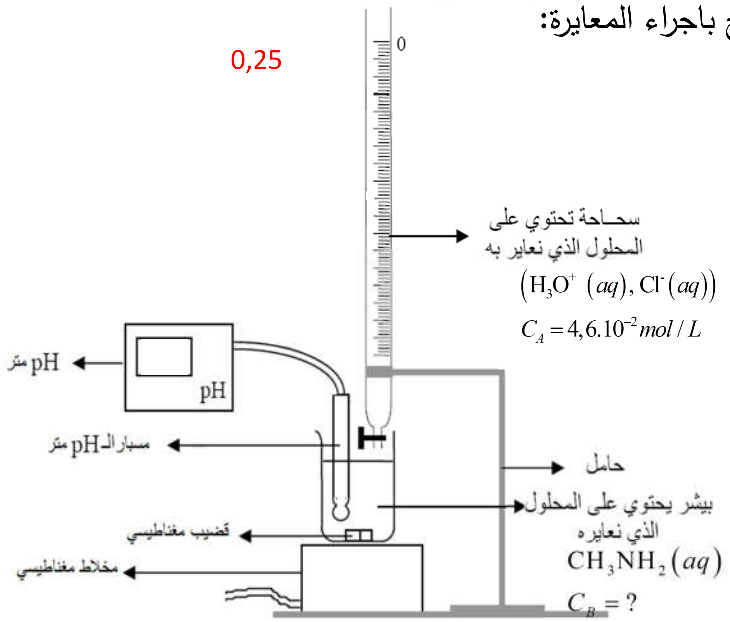
حسب جدول التقدم : $[CH_3NH_3^+]_f = [OH^-]_f = \frac{x_f}{V}$ و $[CH_3NH_2]_f = C_B - \frac{x_f}{V} = C_B - [OH^-]$ نعوض في عبارة Ka

نجد: $$Ka = \frac{(C_B - [OH^-]_f)\times[H_3O^+]_f}{[OH^-]_f} = \frac{(2,3\times10^{-2} - 3,16\times10^{-3})3,16\times10^{-12}}{3,16\times10^{-3}} = 1,98\times10^{-11}$$

$\boxed{Ka = 1,98\times10^{-11} \simeq 2\times10^{-11}}$ 0,25

استنتاج قيمة pka : $pka = -\log Ka = 12,3$ $\boxed{pka = 12,3}$ 0,25

1–أ– رسم البروتوكول التجريبي الذي يسمح باجراء المعايرة: 0,25



أ– معادلة تفاعل المعايرة: $CH_3NH_2\ (aq) + H_3O^+(aq) = CH_3NH_3^+(aq) + H_2O(l)$ 0,25

ج– جدولا لتقدم التفاعل: 0,25

	$CH_3NH_2\ (aq)$	$+H_3O^+(aq)$	$= CH_3NH_3^+(aq)$	$+H_2O(l)$
ح إ	C_BV_B	C_AV_A	0	بوفرة
ح و	$C_BV_B - x$	$C_AV_A - x$	x	بوفرة
ح ن	$C_BV_B - x_{max}$	$C_AV_A - x_{max}$	x_{max}	بوفرة

د– إحداثيي نقطة التكافؤ: بطريقة المماسين المتوازيين نجد $E(V_{AE} = 11,2\ mL\ ,\ pH_E = 6,3)$ 0,25

حساب قيمة C_B: عند التكافؤ المزيج ستوكيومتري أي

$$C_BV_B = C_AV_{AE} \Rightarrow C_B = \frac{C_AV_{AE}}{V_B} = \frac{4,6\times10^{-2}\times11,2}{22,4} = 2,3\times10^{-2} mol/L$$ $\boxed{C_B = 2,3\times10^{-2} mol/L}$ 0,25

هـ– تحديد الأنواع الكيميائية الموجودة في المزيج بعد إضافة حجم قيمته $V_A = 5,6\ cm^3$ من الحمض:

عند هذه النقطة توجد الأنواع الكيميائية: $CH_3NH_3^+$، CH_3NH_2 ، Cl^- و الماء بوفرة.

$V_A \langle V_{AE}$ إذن المتفاعل المحدّ هو المعايِر H_3O^+ إذن حسب جدول التقدم يكون $C_AV_A - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_AV_A$

نلاحظ أن $\frac{11,2}{2} = 5,6$ إذن $V_A = 5,6\ cm^3 = \frac{V_{AE}}{2}$ و هذا يوافق نقطة نصف التكافؤ حيث لا توجد صفة غالبة

أي $$[CH_3NH_3^+] = [CH_3NH_2] = \frac{C_AV_A}{V_A + V_B} = \frac{4,6\times10^{-2}\times5,6}{22,4+5,6} = 0,92\times10^{-2} mol/L$$

$$[Cl^-] = \frac{C_AV_A}{V_A + V_B} = 0,92\times10^{-2} mol/L$$ $\boxed{[CH_3NH_3^+] = [CH_3NH_2] = [Cl^-] = 9,2\times10^{-3} mol/L}$ 0,75

و– الكاشف الملون المناسب لتجربة المعايرة السابقة: لدينا $pH_E = 6,3$ إذن الكاشف الملون المناسب هو أحمر المثيل مجال تغيّره اللوني $(6,3 - 4,8)$ يشمل نقطة التكافؤ. 0,25

وفقكم الله جميعا